

10/501928

DOCKET NO.: 256465US2PCT

DT04 Rec'd PCT/PTO 28 JUL 2004

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hisayuki HIRAI, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/00925

INTERNATIONAL FILING DATE: January 30, 2003

FOR: METHOD OF MANUFACTURING INSULATED COIL FOR ELECTRIC ROTATING MACHINERY AND INSULATED COIL MANUFACTURED THEREBY

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

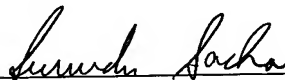
COUNTRY
Japan

APPLICATION NO
2002-023718

DAY/MONTH/YEAR
31 January 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/00925.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

10 Rec

28 JUL 2003

501928

PCT/JP03/00925

日本国特許庁

30.01.03

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 1月31日

出願番号

Application Number:

特願2002-023718

[ST.10/C]:

[JP2002-023718]

出願人

Applicant(s):

株式会社東芝
東芝アイテック株式会社

REC'D 28 MAR 2003

WIPO

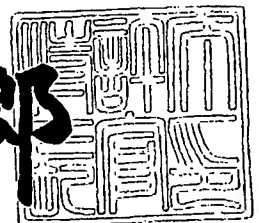
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 3月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3014860

【書類名】 特許願

【整理番号】 81B0190171

【提出日】 平成14年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 15/12

【発明の名称】 回転電機の絶縁コイル製造方法

【請求項の数】 13

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地 東芝アイテック株式会社内

 【氏名】 平井 久之

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

 【氏名】 山田 利光

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地 東芝アイテック株式会社内

 【氏名】 岡野 公彦

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

 【氏名】 小山 充彦

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

 【氏名】 幡野 浩

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【特許出願人】

【識別番号】 395009938

【氏名又は名称】 東芝アイテック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078765

【弁理士】

【氏名又は名称】 波多野 久

【選任した代理人】

【識別番号】 100078802

【弁理士】

【氏名又は名称】 関口 俊三

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011899

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回転電機の絶縁コイル製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導体にマイカテープを巻回して絶縁層を備えるコイルに構成し、このコイルを樹脂で真空加圧含浸させ、前記樹脂含浸させた前記コイルに硬化成型用治具を取り付けた後、前記コイルの含浸樹脂を加熱乾燥により硬化させて絶縁コイルを製造する回転電機の絶縁コイル製造方法において、前記絶縁コイルを製造する際、巻回工程、熱収縮テープ巻回工程、真空加圧含浸工程、樹脂加熱硬化工程、治具分解仕上げ工程を経て絶縁コイルを製造することを特徴とする回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 2】 樹脂加熱硬化工程は、コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際、ポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体を使用して前記樹脂を硬化させることを特徴とする請求項 1 記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 3】 巻回工程は、マイカテープに硬化反応促進剤を担持させるとともに、コイルの近い側に多量の硬化反応促進剤を配分し、前記コイルから離れる側にゼロまたは少量の硬化反応促進剤を配分して担持させることを特徴とする請求項 1 記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 4】 熱収縮巻回工程は、コイル導体に絶縁層を形成するマイカテープの外側に離型用テープを巻回し、その離型用テープに成型加工用の当て板を当接させた後、前記当て板を熱収縮テープを巻回して固定することを特徴とする請求項 1 記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 5】 当て板は、コイルの直線部分に金属板および繊維強化した積層板のうち、いずれかを使用することを特徴とする請求項 4 記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 6】 当て板は、コイルの曲線部分にプラスチック板を使用することを特徴とする請求項 4 記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 7】 熱収縮テープは、熱可塑性テープ、熱収縮チューブおよび離型処理した熱収縮クロスのうち、いずれかを使用することを特徴とする請求項 4

記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 8】 コイルの曲線部分に当て板として使用するプラスチック板は、ポリアミド系材料で製作していることを特徴とする請求項 6 記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 9】 樹脂加熱硬化工程は、コイルを保持する架台の底部に受け皿を備え、滴り落ちる樹脂を収容することを特徴とする請求項 1 記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 10】 受け皿は、コイルの直線に相当する部分に金属および耐熱性フィルムのうち、いずれかを備え、コイルエンドの曲線に相当する部分に耐熱性フィルムを備え、コイル導体エンド端部に相当する部分に耐熱性フィルムおよび不織布のうち、いずれかを備えていることを特徴とする請求項 9 記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 11】 コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体は、融点が 135℃ 以下であることを特徴とする請求項 2 記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 12】 コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体は、粘度が 100 Pa・S 以下であることを特徴とする請求項 2 記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【請求項 13】 コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体は、酸化防止剤および帯電防止剤のうち、少なくとも一方を添加することを特徴とする請求項 2 記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転電機の絶縁コイル製造方法に係り、特に熱硬化性樹脂を含浸する工程にあたり、樹脂含浸後のコイル絶縁の硬化成型の作業に改良を加える回転

電機の絶縁コイル製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、タービン発電機、水車発電機等の大形回転電機に適用するコイルは、その絶縁製造作業工程として、フィルムまたはガラステープに接着剤を介装してマイカを被着させたマイカテープを複数回巻回して絶縁層を形成する巻回（テーピング）工程と、絶縁層を形成するコイルに真空および加圧の下、例えばエポキシ等の熱硬化性高分子有機樹脂を含浸させる真空加圧含浸工程とを経て製造されている。

【0003】

さらに、コイルは、その絶縁製造作業工程として、真空加圧含浸工程でコイルの絶縁層に樹脂を含浸させ、その樹脂の液状態のままコイルに予め用意された硬化成型用治具を用いて押圧力を与え成型加工する成型加工工程と、成型加工後のコイルを空気加熱炉に収容し、ここで加熱乾燥させて絶縁層に含浸した樹脂を硬化させる樹脂加熱硬化工程と、樹脂の硬化後、硬化成型用治具を分解して取り除き、コイル導体の形状を設計値寸法に調整する治具分解仕上げ工程とを経て製造されている。

【0004】

これら各作業工程のうち、成型加工工程は、液状態の樹脂から出る悪臭・環境の下、作業者に長時間に亘って過酷で、多くの労力を強いている。

【0005】

また、加熱硬化工程は、コイルの絶縁層に含浸させる樹脂を広い空間の炉内で空気加熱させているので、コイルが受ける温度分布に偏りが出ている。

【0006】

このため、作業者の労力軽減上、あるいは、製品の長寿命に亘る品質保証上、コイルの製造作業工程は、何らかの新たな改良作業が求められていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上述成型加工工程と、上述樹脂加熱硬化工程とは作業を進める上で不具合・

不都合な点が含まれており、その問題点を今少し詳しく説明する。

【0 0 0 8】

成型加工工程は、コイルの絶縁層に含浸する樹脂が液状のべたべたする状態で行われるため、硬化成型用治具のコイル導体への押圧力の強弱如何によって絶縁層を形成するマイカテープを破損させるおそれがある。このため、樹脂から出る悪臭の環境の下、コイルに硬化成型用治具を取り付ける際、ゆっくり時間をかけて行わなければならない、作業者に過酷な労力を強いていた。

【0 0 0 9】

また、コイル導体に硬化成型用治具を取り付ける際、樹脂が滴り落ち、作業者にとって滑り易い足場の作業環境であり、この点でも作業者に過酷な労力を強いていた。

【0 0 1 0】

一方、樹脂加熱硬化工程は、広い空間の炉内を加熱源として高温空気を用いている。空気は、熱容量が小さい。このため、コイル温度は、設定温度に達するまでに長時間を必要としていた。

【0 0 1 1】

また、広い空間の炉内を高温空気が流れる場合、対流、輻射、偏流に基づく温度分布差ができ、コイルの絶縁層に含浸した樹脂の硬化状態に部分的偏りが出、コイルの電気特性にバラツキが出る等の問題があった。

【0 0 1 2】

本発明は、このような背景事情に照らしてなされたもので、作業者により良い作業環境を与えるとともに、樹脂含浸されたコイルの含浸樹脂をより一層短い時間で硬化させて製品の品質を安定に維持する回転電機の絶縁コイル製造方法を提供することを目的とする。

【0 0 1 3】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 1 に記載したように、導体にマイカテープを巻回して絶縁層を備えるコイルに構成し、このコイルを樹脂で真空加圧含浸させ、前記樹脂含浸させた前記

コイルに硬化成型用治具を取り付けた後、前記コイルの含浸樹脂を加熱乾燥により硬化させて絶縁コイルを製造する回転電機の絶縁コイル製造方法において、前記絶縁コイルを製造する際、巻回工程、熱収縮テープ巻回工程、真空加圧含浸工程、樹脂加熱硬化工程、治具分解仕上げ工程を経て絶縁コイルを製造する方法である。

【 0 0 1 4 】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 2 に記載したように、樹脂加熱硬化工程は、コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際、ポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体を使用して前記樹脂を硬化させる方法である。

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 3 に記載したように、巻回工程は、マイカテープに硬化反応促進剤を担持させるとともに、コイルの近い側に多量の硬化反応促進剤を配分し、前記コイルから離れる側にゼロまたは少量の硬化反応促進剤を配分して担持させる方法である。

【 0 0 1 6 】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 4 に記載したように、熱収縮巻回工程は、コイル導体に絶縁層を形成するマイカテープの外側に離型用テープを巻回し、その離型用テープに成型加工用の当て板を当接させた後、前記当て板を熱収縮テープを巻回して固定する方法である。

【 0 0 1 7 】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 5 に記載したように、当て板は、コイルの直線部分に金属板および繊維強化した積層板のうち、いずれかを使用する方法である。

【 0 0 1 8 】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 6 に記載したように、当て板は、コイルの曲線部分にプラスチック

ク板を使用する方法である。

【 0 0 1 9 】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 7 に記載したように、熱収縮テープは、熱可塑性テープ、熱収縮チューブおよび離型処理した熱収縮クロスのうち、いずれかを使用する方法である。

【 0 0 2 0 】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 8 に記載したように、コイルの曲線部分に当て板として使用するプラスチック板は、ポリアミド系材料で製作している方法である。

【 0 0 2 1 】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 9 に記載したように、樹脂加熱硬化工程は、コイルを保持する架台の底部に受け皿を備え、滴り落ちる樹脂を収容する方法である。

【 0 0 2 2 】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 1 0 に記載したように、受け皿は、コイルの直線に相当する部分に金属および耐熱性フィルムのうち、いずれかを備え、コイル導体エンドの曲線に相当する部分に耐熱性フィルムを備え、コイルエンド端部に相当する部分に耐熱性フィルムおよび不織布のうち、いずれかを備えている方法である。

【 0 0 2 3 】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 1 1 に記載したように、コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体は、融点が 1 3 5℃以下であることを特徴とする方法である。

【 0 0 2 4 】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項 1 2 に記載したように、コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一

方の液状加熱媒体は、粘度が $100\text{Pa}\cdot\text{S}$ 以下であることを特徴とする方法である。

【0025】

また、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、上述の目的を達成するために、請求項13に記載したように、コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体は、酸化防止剤および帯電防止剤のうち、少なくとも一方を添加する方法である。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法の実施形態を図面および図面に付した符号を引用して説明する。

【0027】

図1は、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法の実施形態を示す作業工程ブロック図である。

【0028】

本実施形態に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、巻回（テーピング）工程（ステップ1）、熱収縮テープ巻回工程（ステップ2）、真空加圧含浸工程（ステップ3）、樹脂加熱硬化工程（ステップ4）、治具分解仕上げ工程（ステップ5）を備え、各工程（ステップ1～5）を経て絶縁コイルを製造する。

【0029】

巻回工程（ステップ1）は、予め絶縁された素線を束ねて形成するコイル導体に巻回装置（テーピングマシン）でマイカテープを複数回巻回して絶縁層を形成するものである。なお、マイカテープは、フィルムまたはガラステープに接着剤を介装してマイカを被着させたテープである。

【0030】

マイカテープは、例えば酸化亜鉛等の硬化反応促進剤（触媒）を担持させている。この硬化反応促進剤は、コイル導体に近い側に多く、コイル導体から離れる外層側にゼロまたは少量になるように配分されている。この配分は、以下の理由

に基づく。

【0031】

コイルは、後述する樹脂加熱硬化工程（ステップ4）において、ポリオレフィン系材料またはポリエチレン系材料等の液状の加熱媒体を用いて加熱加圧処理が行われる。しかし、加熱媒体は低温で固体であり、流動性がない。このため、コイル導体の絶縁層に含浸する樹脂を加熱、加圧状態で硬化させる際、予め加熱して溶融させておいた液状の加熱媒体を貯蔵槽に貯留しておき、コイル導体を圧力容器に収容させた後、貯蔵槽から液状の加熱媒体を供給し、樹脂を硬化させる。この場合、樹脂は、外側からコイル導体側の内側に向って順次硬化させて行く。硬化の際、体積が収縮し、ボイドや層剥離が発生することがある。ボイドや層剥離が発生すると、コイル導体は部分放電や誘電体損失率が高くなるなどの現象があらわれる。

【0032】

本実施形態は、このような点を考慮したもので、絶縁層を形成するマイカテープに硬化反応促進剤を担持させる際、その硬化反応促進剤量をコイル導体側に近い内側で多く、その外側でゼロまたは少量に配分し、その内側から外側に向って順次硬化させるので、硬化の際、収縮に基づくボイド等の発生を防止して、電気特性を向上させることができる。

【0033】

熱収縮テープ巻回工程（ステップ2）は、コイル導体に巻回して絶縁層を形成するマイカテープの外側に、離型用のテープを巻回し、その離型用のテープの外側に成型加工用の当て板を当接させ、さらに当て板を固定する熱収縮テープを巻回するものである。

【0034】

当て板は、コイルの直線部分で金属あるいは積層板が使用され、コイル導体エンド部等の曲線部分でプラスチック板が使用される。

【0035】

絶縁層を形成するマイカテープの外側に離型用のテープを巻回する熱収縮テープ巻回工程（ステップ2）は、コイルを設計寸法に維持させ、表面を平滑化する

上で、作業性を容易にする必要な手段である。このため、離型用のテープはポリプロピレン製のテープまたはテフロン製のテープが使用される。

【 0 0 3 6 】

また、コイルの直線部分に使用する当て板は、金属製や繊維強化した積層板など、平面が平坦度を高く維持できる弾性率の高い材料が選択される。

【 0 0 3 7 】

また、コイルのエンド部等の曲線部分は、曲面に沿って密着でき、柔軟性が必要で、耐熱性の高いプラスチック板が適正である。このプラスチック板は、軟化温度が 1 7 0 ℃ 程度以上のポリアミド系材料で、例えばナイロン 6, 4 6, 6 6 等である。このポリアミド系材料は、コイルにおけるコイルエンドのように曲面部分に馴染み易く、適度の硬さがあり、また樹脂にも反応しない離型性にも優れている。

【 0 0 3 8 】

一方、絶縁層に離型用のテープを介して当て板が当接されると、熱収縮テープ巻回工程（ステップ 2）は、当て板を固定する際、熱収縮テープで巻回される。

【 0 0 3 9 】

この熱収縮テープは、収縮力の大きい熱可塑性のテープ、熱収縮チューブ、あるいは離型処理を行った熱収縮クロスのうち、いずれかが選択される。

【 0 0 4 0 】

従来、樹脂を真空加圧含浸した後のコイルは、含浸用圧力容器から硬化用圧力容器に移される際、大気に晒され、大気圧と平衡になる。この状態から、コイル導体に液状の加熱媒体が加わり、樹脂が硬化する間に、コイル導体は当て板を介して押圧力が与えられ、その体積が縮小する。体積の縮小は、液状の加熱媒体の圧力と平衡するまで行われる。

【 0 0 4 1 】

このため、本実施形態では、樹脂の硬化の際、体積の縮小に対処させるために当て板を固定するテープを熱収縮テープで巻回している。この熱収縮テープは、熱可塑性テープ、熱収縮チューブおよび離型処理した熱収縮クロスのうち、いずれかが選択される。

【0042】

このように、本実施形態は、コイルの絶縁層に離型用のテープを巻回し、さらに離型用テープの外側にコイル導体を支持する当て板を当接させるとともに、当て板を固定する熱収縮テープを巻回し、液状の加熱媒体で絶縁層に含浸させた樹脂を硬化させる際、当て板からの押圧力をコイルに均等に与える一方、樹脂の体積収縮に伴って熱収縮テープで対処させているので、出来上り寸法精度の高い、平滑性に優れたコイルを製造することができる。

【0043】

真空加圧含浸工程（ステップ3）は、熱収縮テープ巻回工程（ステップ2）において、当て板に熱収縮用のテープを巻回して固定させたコイルを架台に保持させて樹脂含浸用の圧力容器に収容し、器内を真空に維持し、コイルの絶縁層に樹脂を含浸させた後、例えば窒素等の不活性ガスを加えて加圧させるものである。

【0044】

真空加圧含浸工程（ステップ3）が終ると、本実施形態は、コイル導体を樹脂加熱硬化工程（ステップ4）に移行させる。

【0045】

樹脂加熱硬化工程（ステップ4）は、コイルの絶縁層に含浸する樹脂を液状の加熱媒体を用いて加熱硬化させるものである。

【0046】

このコイルの絶縁層に含浸させた樹脂を加熱硬化させる樹脂加熱硬化装置は、図2に示すように、圧力容器1と貯蔵槽2とを備えている。

【0047】

圧力容器1は、樹脂を含浸させたコイル3を保持する架台10を組み込んだコイル受槽4を収容するとともに、コイル受槽4に導管5を介して接続する貯蔵槽2からの液状の加熱媒体Pが供給されている。

【0048】

また、圧力容器1は、真空パイプ6を介して器内を真空に維持させる一方、貯蔵槽2から供給される液状の加熱媒体Pでコイル3に含浸させている樹脂を加熱させるとともに、窒素管7から供給される窒化ガスで圧力を加えて加熱加圧の下

、硬化させる。

【0049】

コイル3の絶縁層に含浸する樹脂が硬化すると、加熱媒体Pは導管5を介して貯蔵槽2に戻される。

【0050】

貯蔵槽2は、高温液状の加熱媒体Pを充填させ、その加熱媒体Pを攪拌部8で攪拌させ、この間、窒素管9から供給される窒素ガスが与えられて酸化劣化を抑制している。

【0051】

貯蔵槽2に充填する液状の加熱媒体Pは、融点が135℃以下の温度のポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれかが選択される。

【0052】

ポリオレフィン系材料またはポリエチレン系材料は、熱可塑性樹脂として比較的融点が低く、液化し易く、他の熱硬化樹脂類と非相容の性質を持っている。また、分子量も幅広い製品が揃っており、含浸樹脂の硬化温度での粘性流動性としても適正である。しかも、ポリオレフィン系材料またはポリエチレン系材料は、不純物が少なく、絶縁性にも優れているので、コイル3の成型加工に適している。

【0053】

このような理由から、本実施形態では、ポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれかが使用される。

【0054】

また、コイル3の絶縁層に含浸させた樹脂をより早く加熱硬化させるには、液状加熱媒体Pとして使用するポリオレフィン系材料またはポリエチレン系材料は、粘度を100Pa・S以下にすることが望ましい。

【0055】

これは、液状の加熱媒体Pが貯蔵槽2からコイル3を収容する圧力容器1に供給されるので、粘度が高いと移送時間が長くなり、加圧前に硬化が始まり、コイル3の絶縁性が不十分になる等に基づく。

【 0 0 5 6 】

なお、ポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料には、例えばフタルシアンニン系等の帯電防止剤および、例えばイルガノック（チバガイキ社製品）等の酸化防止剤のうち、いずれかが添加される。常に、絶縁性に優れた電気特性の高いコイル導体を維持させるからである。

【 0 0 5 7 】

ところで、樹脂加熱硬化工程（ステップ4）において、コイル3に含浸している樹脂は液体状態であり、樹脂が滴り落ち、硬化し、加熱媒体Pに混入すると導管5への堆積やバルブの開閉に支障を与えるおそれがある。

【 0 0 5 8 】

本実施形態は、このような点を考慮したもので、コイル3を保持する架台10の底部に受け皿を設けたものである。

【 0 0 5 9 】

この受け皿は、コイル3の直線に相当する部分に金属あるいは耐熱性フィルムまたは、その成型品を備え、コイルエンドの曲線に相当する部分に耐熱性フィルムを備え、さらにコイルエンド端部に耐熱性フィルムあるいは不織布を備えている。

【 0 0 6 0 】

このように、本実施形態は、コイル3に含浸させた樹脂の滴り落ちを受け皿で受けるので、作業環境に与える悪影響を少なくさせることができる。

【 0 0 6 1 】

最後に、コイル3に含浸させた樹脂が硬化すると、治具分解仕上げ工程（ステップ5）は、コイル3から当て板、離型用のテープ、付着した加熱媒体を取り除き、コイル3の形状の最終仕上げを行う。

【 0 0 6 2 】

〔実施例〕

（比較例）

厚さ10mm、幅50mm、長さ1300mmのアルミニウム製のコイル導体に触媒を含有させたマイカテープを巻回し、その上に電界緩和用の半導電テ

プおよび離型用のテープを巻回したモデル用のコイルを試作した。

【 0 0 6 3 】

5 0 mm幅の面には、厚さ 4 mmの鉄板を当て板として用い、1 0 mmの面には積層板を当て板として用い、離型用のポリプロピレンテープを1 / 2 重ね、2 回巻きで各当て板を固定させた。

【 0 0 6 4 】

このモデル用のコイルを真空加圧含浸（V P I）法を用いてエポキシ等の樹脂を含浸させた後、硬化成形用治具でコイル導体に押圧力を与え、含浸樹脂を搾り出し、さらに熱風加熱炉に収容し、予め定められた樹脂硬化温度プログラムのコントロールの下、最高温度 1 5 0 ℃で所定時間放置し、コイル導体に含浸させた樹脂を硬化させた。

【 0 0 6 5 】

モデル用のコイルが冷却すると、硬化成形用治具、当て板等は取り除かれ、コイルの形状に最終仕上げ調整を行った。

【 0 0 6 6 】

（実施例 1 ～ 3）

厚さ 1 0 mm、幅 5 0 mm、長さ 1 3 0 0 mmのアルミニウム製のコイル導体に触媒を含んでいないマイカテープを巻回し、その上に電界緩和用の半導電テープおよび離型用のテープを巻回し、モデル用のコイルとした。

【 0 0 6 7 】

実施例 1 では、5 0 mm幅の面に 4 mmの鉄板を当て板として用い、1 0 mmの面に積層板を当て板として用い、熱収縮するポリエステルテープを1 / 2 重ね、2 回巻きで各当て板を固定させた。

【 0 0 6 8 】

実施例 2 では、実施例 1 の熱収縮テープの代りに、収縮力の大きいポリエステルチューブを1 / 2 重ね、2 回巻きで各当て板を固定させた。

【 0 0 6 9 】

実施例 3 では、実施例 1 の熱収縮テープの代りに、離型処理したポリエステル繊維の織布テープを1 / 2 重ね、2 回巻きで各当て板を固定した。この材料は、

特に熱収縮力が強い。

【0070】

(実施例4)

厚さ10mm、幅50mm、長さ1300mmのアルミニウム製のコイル導体に内層側の1/3に触媒を含有させ、残り2/3に触媒を含んでいないマイカテープを巻回し、その上に電界緩和用の半導電テープおよび離型用のテープを巻回し、モデル用のコイルとした。

【0071】

当て板は、50mm幅の面に4mmの鉄板を用い、10mmの面に積層板を用い、ポリエステル繊維で製作する熱収縮性織布テープを使用し、1/2重ね、2回巻きで各当て板を固定させた。

【0072】

実施例1から実施例4用のモデル用のコイルは、真空加圧含浸(VPI)法でエポキシ等の樹脂を含浸した。その後、コイルの下側にポリエステルフィルムを敷き、架台に固定し、圧力容器内に収容させた。圧力容器を閉じ、温度150℃に加熱してある加熱媒体としてのポリエチレンを貯蔵槽から供給し、コイル導体の上部10cm以上まで満たし、直ちに窒素ガスを供給し、0.6MPaまで加圧した。この状態で予め定められた時間を維持させ、コイルの含浸樹脂を硬化させた。

【0073】

コイルの含浸樹脂が硬化すると、加熱媒体としてのポリエチレンは、貯蔵槽に戻され、圧力容器内の温度が低温になったらコイルを取り出した。コイルの下に敷いたポリエステルフィルムには、加熱媒体としてのポリエチレンの加圧によって搾り出された樹脂が硬化して付着していた。

【0074】

コイルの冷却後、硬化成型用治具、当て板、テープ類は取り除かれ、コイルの形状に最終仕上げ調整を行った。

【0075】

比較例1と実施例1～4との作業時間比、作業環境状態、硬化時間比、コイル

導体寸法比（絶縁厚み比）、 $\tan \delta$ 比、破壊特性比（BDV）を表1に示す。

【0076】

【表1】

	比較例1	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
作業時間比	100	80	80	80	80
作業環境状態	やや悪い	非常に良い	非常に良い	非常に良い	非常に良い
硬化時間比	100	50	50	50	50
コイル寸法比 （絶縁厚み比）	100	103	100	98	98
$\tan \delta$ 比	100	105	99	95	90
破壊特性比 （BDV）	100	93	101	105	108

（注） $\tan \delta$ は低い方が優れている。

【0077】

表1から、作業時間比、作業環境状態、硬化時間比、コイル寸法比（絶縁厚み比）、 $\tan \delta$ 比、破壊特性比（BDV）ともに、実施例1を除いて実施例2～4までが比較例1に較べて優れていることがわかった。

【0078】

（実施例5）

鉄心長さ約6m、18kV級の実機大のコイルを製作した。コイル導体側の1/3に触媒を担持させたマイカテープを、残りを無触媒のマイカテープをコイル導体に巻回するとともに、コイルの直線の部分に当接させる当て板に、上述実施例1～4と同じものを使用した。コイル導体のコイルエンド部分に当接させる当て板は、ナイロン46の3mm厚さを使用した。

【0079】

また、コイルの最外側は、実施例2で記載したポリエステルの熱収縮チューブを全長に1/2重ね、2回巻きを行った。

【0080】

このコイルに真空加圧含浸（VPI）法を用いてエポキシ等樹脂を含浸させ、含浸容器から取り出したコイルを架台に載せ、コイルの外側に付着した樹脂を滴

下させた後、コイルの直線の部分に下敷きとしてポリエステルフィルムを、コイルのコイルエンドの部分にポリエステル不織布をそれぞれ備えるとともに、コイルエンドの端部にクレープ紙を巻回した。

【0081】

架台に保持したコイルを、圧力容器に収容した後、予め150℃に加熱させたポリエチレンワックスをコイルの上部10cm以上になるまで供給し、直ちに窒素ガスで0.7MPaになるまで加圧した。

【0082】

樹脂の硬化後、今迄、圧力容器に供給されていた加熱媒体としてのポリエチレンワックスを貯蔵槽に戻し、器内圧力を大気圧に戻し、コイルを冷却させた後、圧力容器から取り出し、当て板等を取り外し、最終、コイルの形状を成形調整した。

【0083】

コイルエンドの部分で当て板にナイロンを使用した部分は、鉄板と同様に平滑で綺麗に仕上がっていた。

【0084】

また、コイルの直線部分の下敷きとするポリエステルフィルム、コイル導体エンドの部分のポリエステル不織布、コイルエンドの端部のクレープ紙には、窒素ガスによる加圧の際、搾り出された樹脂が付着しており、ポリエチレンワックスを介して加圧した効果が確認できた。これらの搾り出された樹脂は硬化しており、ポリエチレンワックスとは非相溶なので容易に取り除くことができた。

【0085】

実施例5でのコイルは、従来法で製造した製品と比べ、コイル寸法（絶縁厚さ）が同じであったが、 $\tan \delta$ が98%、樹脂含浸終了から硬化終了までの製造時間が50%短縮できる製造性に優れていることが認められた。

【0086】

（実施例6）

圧力容器に収容したコイルに供給する加熱媒体は、熱硬化性樹脂と非相溶で、接着せず、室温において固体、樹脂の硬化温度において液体であることが必要

条件とされる。非相溶の点について、ポリエチレン系材料、ポリオレフィン系材料、ポリプロピレン系材料は優れている。このうち、ポリプロピレン系材料は融点が高いので除外した。

【 0 0 8 7 】

平均分子量、融点、粘度のデータを基にポリエチレン系材料およびポリオレフィン系材料のコイルにおけるマイカテープの絶縁層への侵入度、剥離性、作業性を調べ、その結果を表 2 にまとめた。

【 0 0 8 8 】

【表 2】

	実 施 例					
	6	7	8	9	1 0	1 1
平均分子量	2 0 0 0	3 5 0 0	5 0 0 0	7 7 0 0	1 0 0 0 0	2 0 0 0 0
融 点 (°C)	1 0 7	1 0 8	1 0 7	1 0 4	1 3 2	1 3 3
粘 度 (Pa・S/150°C)	0. 2 5	1. 0	4. 0	7. 8	2 0. 0	5 0. 0
侵入度	△	○	○	◎	◎	◎
剥離性	○	○	◎	◎	◎	○
作業性	◎	◎	◎	◎	○	△

【 0 0 8 9 】

侵入度は、マイカテープおよび離型用のテープへの加熱媒体の侵入する程度を、剥離性はコイル導体の表面に膜ができるので、その膜の剥離性を、作業性は配管を流れる流動状態の良否をそれぞれ示している。

【 0 0 9 0 】

△印はやや悪い、○印は良い、◎印は非常に良い、をそれぞれ示している。

【 0 0 9 1 】

表 2 の結果から、コイルの絶縁層に含浸させた樹脂を加熱硬化させる際、加熱媒体としてポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれかを使用すると、侵入度、剥離性、作業性がともに優れていることがわかった。

【 0 0 9 2 】

【発明の効果】

以上の説明のとおり、本発明によれば、絶縁コイル導体を製造するにあたり、巻回工程、熱収縮テープ巻回工程、真空加熱含浸工程、液状の加熱媒体による樹脂加熱硬化工程、治具分解仕上げ工程を経て製造し、従来の液体状態にある含浸樹脂への硬化成型用治具取付工程および高温空気による樹脂加熱硬化工程を廃止したので、作業者の過酷な労力を大幅に軽減することができる。

【0093】

その際、樹脂含浸を行ったコイル絶縁の硬化において、従来の高温空気による硬化に代えて加熱媒体としてポリエチレン系材料およびポリオレフィン系材料のうち、いずれかを用いて加熱硬化させるので、コイルの温度上昇を速くさせ、温度分布を均一化させることができ、硬化時間を従来に較べて半減させ、製造性の大幅な向上を図ることができる。

【0094】

さらに、剥離性、離型性に優れ、樹脂含浸直後の作業者による手作業が少なくなるので、好作業性、好作業環境の下、品質の安定性に優れた樹脂含浸絶縁コイルを製造することができる。そして、完成したコイルは、より一層優れた電気特性を得られる。

【0095】

このように、本発明によれば、成型性、離型性、作業性等の向上および大幅な硬化時間の短縮が図れ、電気特性がより一層良好になる優れた効果が奏される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法の実施形態を示す作業工程ブロック図。

【図2】

本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法において、コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に適用する樹脂加熱硬化装置を示す概念図。

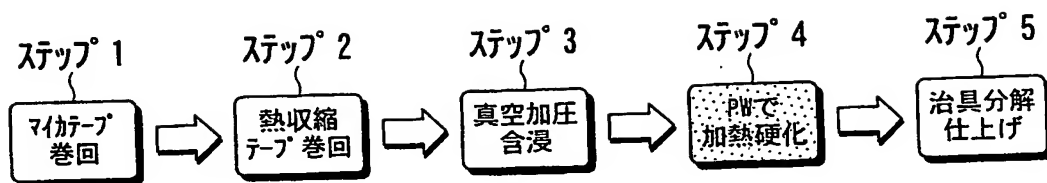
【符号の説明】

- 1 圧力容器

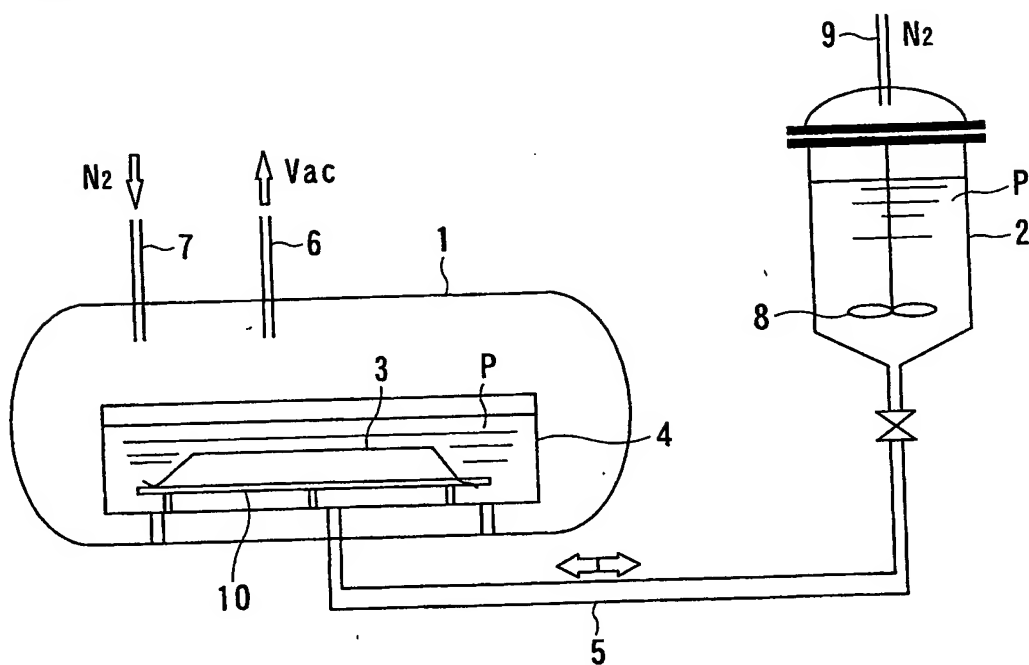
- 2 貯蔵槽
- 3 コイル
- 4 コイル受槽
- 5 導管
- 6 真空パイプ
- 7 窒素管
- 8 攪拌部
- 9 窒素配管
- 10 架台

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 作業者に、より良い作業環境を与えるとともに、コイルの含浸樹脂をより一層短い時間で硬化させ、製品の品質を保証する回転電機の絶縁コイル製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、コイル導体にマイカテープを巻回して絶縁層を形成し、コイルを樹脂で真空加圧含浸させ、樹脂を含浸させたコイルに硬化成型用治具を用いて成型加工させた後、コイル導体の樹脂を加熱乾燥により硬化させて絶縁コイルを製造する回転電機の絶縁コイル製造方法において、絶縁コイルを製造する際、巻回工程（ステップ1）、熱収縮テープ巻回工程（ステップ2）、真空加圧含浸工程（ステップ3）、樹脂加熱硬化工程（ステップ4）、治具分解仕上げ工程（ステップ5）を経て絶縁コイルを製造する。

【選択図】 図1

特2002-023718

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日	2001年 7月 2日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名	株式会社東芝

特2002-023718

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[395009938]

1. 変更年月日	1995年 5月12日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目四番地
氏 名	東芝アイテック株式会社